





101-22-20

PILVLARIAE GLOBVLIFERAE GENERATIO

CVM MARSILIA COMPARATA.

DISSERTATIO ACADEMICA

SCRIPSIT

IOANNES HANSTEIN

PH. D. BOTANICES IN VNIV. BONNENSI PROF.

BONNAE

APVD ADOLPHVM MARCYM.

MDCCLXVI.



Pilulariae globuliferae

generatio cum Marsilia comparata.

Postquam Bernhardus de Jussieu Pilulariae structuram anno 1739 primus accuratius quam qui ante eum de hac planta exposuerunt descripsit, ejusque organa sexualia ingeniose cum similibus plantarum floriferarum partibus comparavit, scriptores botanici alius alio modo hujus stirpis generationem intellegendam esse putaverunt. Ab hinc fere quadraginta annos Bischoff¹⁾ quaecunque ad hanc et ad congenes stirpes pertinent emendata disquirendi ratione denuo perlustravit, earumque cognitionem admodum auxit; nec tamen foecundationem exploravit.

Deinde etiam Mettenius²⁾, superiorum scrutatorum placitis optime compositis, et Naegeli³⁾ inprimis in invenienda evolutionis ratione versati sunt, et primus quidem Naegeli corpuscula foecundantia s. spermatozoidia quae dicunt — omnium filicum prima — animadvertit, et qualis sit eorum functio, quamquam observare non potuit, tamen recte suspiciatus est.

Quum vero Schleiden praejudicata opinione deceptus etiam filiculas illas, quas dicimus rhizocarpeas, plantis adscripsisset phanerogamicis et amicos discipulosque induxisset, ut pollinis tubulos potius et ovula phanerogamica his in plantis sibi indaganda existimarent quam heterogenea cryptogamarum organa, factum est, ut praeclara illa Naegeli observatio in ceteris filicibus prius quam in ipsis Rhizocarpeis iteraretur et perageretur. Quarum quidem generatio quomodo fiat, quamvis macrosporis quas dicunt proembrya apparatusque femineos progigni, microsporis contra corpuscula

1) Bischoff, Die cryptogamischen Gewächse, III. Rhizocarpeen. Nürnberg 1828.

2) Mettenius, Beiträge zur Kenntniss der Rhizocarpeen, Frankfurt 1846; Beiträge zur Botanik, 1850.

3) Nägeli, Fortpflanzung der Rhizocarpeen in Schleiden und Nägeli, Zeitschr. f. wiss. Bot. 3 u. 4 etc.

nasci foecundantia omnibus demum probatum esset, his denique annis satis perlustratum est. Et *Salviniae* quidem evolutionem Pringsheim¹⁾ accuratius docuit, de *Marsiliaceis*²⁾ vero ea quae antea observata erant et quae in ipso *Marsiliae* genere nos observavimus, nuperrime a nobis explicata sunt.

Quumque anno praeterito nobis contigerit, ut etiam *Pilulariae* nostra in regione sponte nascentis sporas et sese foecundantes et germinantes observaremus et nova quaedam inveniremus, ex his quae ad explicandas *Pilulariae* et *Marsiliae* tam similitudinem quam differentiam majoris momenti sunt, hoc loco paucis explicare nobis liceat. Alio loco postea omnia figuris ad rem plane cognoscendam necessariis accuratius illustrata exponemus.

Quomodo sporae emittantur exponitur.

Quum *Marsiliae* receptaculi tela illi, quae materiam gelatinosam continet et indusia sporangiis expleta fert atque circumdat, si aqua per tegmentum penetrat, tumescat et longum quoddam carpophorum vermiforme procreat, in *Pilulariae* receptaculo tela similis, pauciore materia illa instructa, in massam globosam intumescit haud ita magnam, ipsius receptaculi magnitudinem paucies tantum superantem.

Maturum receptaculum etiam siccum et aëri expositum vertice haud difficile in partes quattuor dirumpitur; facilius hoc accidit, si humore paulum madescit. In aquam immersum brevi aperitur, id quod in *Marsiliarum* receptaculis integris neque cultro incisis rarissime contigit. Attamen totam generationem et germinationem in *Pilularia* melius et elegantius fieri videbamus, quum ejus fructum non in ipsam aquam sed in humum potius satis humidum inserueramus.

Quum aliquando *Pilulariae* caespitem densum fructus nonnullos sub solo occultos ferentem in patella conservarem, inter folia stolonesque guttam animadverti gelatinosam inter humi particulas sensim emergentem, paulatim crescentem, tandem satis auctam et plane limpidam, quae quamquam paene liquida erat, tamen e solo eminere et nonnullos per dies formam globosam integrum retinere poterat. Qua in gutta gelatinosa paulatim cunctae sporae et magnae et parvae apparuerunt suspensae. Quod quidem tum primum casu animadversum est, demissis in humum vel arenam *Pilulariae* fructibus iterum atque iterum observavi, quum aut breviori aut longiore tempore intermisso guttae gelatinosae et solo erumperent sporaque magnae et parvae in eas asconderent, dum involucri ipsa sub solo occulta remanebant.

1) Pringsheim, Zur Morphologie der *Salvinia natans*, Jahrbücher für wiss. Bot. III.

2) Die Befruchtung und Entwicklung der Gattung *Marsilia*, Pringsheims Jahrb. IV 197. — Monatsberichte der Berl. Acad. der Wiss. 1862. p. 103.

Quod si consideramus et ea ubi *Pilularia* sponte nascitur loca contemplamur, quae quidem saepe (maxime nostra in regione) in paludum marginibus vel in pratis haud ita humidis neque aqua inundatis sita sint, ac si adjiciamus, receptacula pleraque sub humo occulta aut saltem ei arcte appressa esse, ubi aquae vapore tantum e solo exhalato, et rore inter inferiores foliorum partes condensato madescunt, facile perspicimus, stirpi huic amphibiae, ut semina foecundentur et proles gignatur atque evolva-tur, aqua inundante minime opus esse, quum Marsilii ad eandem rem peragendum aqua inundetur necesse sit.

Sporis deinde foecundatis embryisque in iis ortis, gutta gelatinosa magis magis-que colliquescit diluitur diffluit profunditur, donec, macrosporis super solum dispersis eique hic illic fibrillis proembryorum radicalibus tanquam ancoris affixis, embrya deni-que ipsa radices veras primarias in solum immittant, et stirpes novellae et parvulae inter parentes orientantur et foveantur.

Quam rem ut exemplo comprobem, mense Julio in *Pilulariae* quadam colonia in agro Siegburgensi sita plurimi inventi sunt fructus magni ex parte maturi, ceteri maturescentes. Quos quum mense Augusto et postea ut experimenta incepta ad finem perducerem denuo quaererem, rarissimos tantum inveni. Si vero delapsi essent, majorem eorum numerum in solo jacentem vel in ejus superficiem immersum animadver-tissem. Statuendum igitur est, fructus illos tempore interjecto magna ex parte se aperuisse sporisque emisisse. Quum vero aestivo praeteriti anni tempore rare pluisset, fieri non potuit, ut spores sub aquis foecundarentur, unde perspicuum est, e magno fructuum numero in solo non inundato sporas egressas stirpesque novellas enatas esse, quibus quidem cnespites jam illo in loco completi esse videbantur.

Huc denique accedit, quod inter fructus, quos experimenti causa in patellam humo expletam sevi, ii qui paucos ante dies collecti erant, celerius ac facilius aperti sporas emittebant, quam ii, qui per longius jam tempus sicci erant asservati. Itaque *Pilulariae* propagatio non fructibus per hiemem in solo jacentibus et vere demum dissilientibus, immo vero, involucris maturitatem nactis statim apertis, — neque delapsis quidem sed pedicello suo tenacissimo cauli materno adhuc insidentibus —, proleque ideo tempore procreata aestivo, fieri nolitis videtur.

Tempus foecundationis post sporarum emissionem haud ita ut in Marsiliis defini-tum et circumscriptum videtur. In *Pilularia* ut spore e receptaculis plures per dies sensim prodeunt, etiam e sporis magnis femineis proembrya et archegonia et e parvis masculis corpuscula foecundantia nonnullos per dies et emissa et evoluta observavi-mus. Interdum spermatozoidia initio orta jam vagantur, nullo proembryo e sporae femineae tegmento egresso, quum archegonia postremo orta tardius maturescant, quam quae spermatozoidia concipere possint.

De corpusculorum foecundantium partu.

Quae de iterata plasmatis divisione in Marsiliae microsporis observavimus, in Pilularia simili modo animadvertitur. Ut fiant cellulae spermaticae s. spermatozoidiorum matres, totum quod microspora continet plasma eo ut jam in Marsilia exposuimus modo sensim in portiones duas, quattuor, octo, sedecim, triginta duas diffunditur, quarum sua quaeque membrana demum includitur. Quod si perfectum inque cellula quavis spermatozoidium formatum est, e microspora, ut jam a Naegelio¹⁾ et Hofmeistero²⁾ animadversum et relatum est, vertice in partes plerumque tres fisso, endosporium aut partim aut totum provenit, subitoque ex eo spermatozoidia nascuntur. Qua de re observata nonnulla adjiciamus.

Si microsporam cellulas spermaticas ejaculantem contemplare, eas plerumque deinceps prodeuntes et foris consistentes conspicias. Saepissime dua agmina excedunt brevi tempore interjecto, quorum utrumque dimidium sporae prolem amplectitur: cellulas spermatozoidiorum matres sedecim. Quae quidem cellulae membrana conspicua, quae certa linea circumscripta est, instructae et amyli granulis in succo liquido suspensis circiter 9 ad 12 completae sunt. Brevi cellulae totae rotari incipiunt motu sensim accelerato. Dum quaevis cellula circum axem versatur, fili spiralis extremitatem conspicimus (f. 5, pag. 13), quae e cellulae vertice egressa ciliis quibusdam remorum in modum rejectis rotationem efficit, quum cellula ipsa aut in loco suo permaneat, aut quasi vertigine quodam tarde provolvatur, aut celerius loco moveatur, nec tamen longe.³⁾

Et hic quidem magnum inter Marsiliae et Pilulariae spermatozoidia occurrit discrimen. Quaecumque de utraque feci experimenta, in omnibus filum illud spirale cellula materna liberaretur necesse erat, priusquam foecundationis causa celerius progredi posset (f. 6). Quod vero in Marsiliis ubique animadvertimus, spermatozoidia e cellula matre provenire appendice illa, quae globosam quandam cellulae vel sacci formam habet granulisque amylaceis expleta est, ornata, totamque viam usque ad macrosporae velamen gelatinosum cum ea percurrere, id nunquam in Pilularia observavimus. Quamvis cellula spermatozoidii mater filo spirali partim egresso prorepta eundem fere ac Marsiliae spermatozoidium integrum et appendice ornatum, quod maternam cellulam reliquerit, praebent adspectum, non tamen res est eadem (f. 5, quas cum similibus Marsiliae figuris l. c. conferas).

1) Naegeli l. c.

2) Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen über Keimung der höheren Cryptogamen, Lpz. 1851 p. 103 etc. t. 21, 22. — Beiträge zur Kenntniss der Gefäßkryptogamen II. p. 650. t. 13. f. 33—38.

3) Conf. Hofmeister l. c.

Marsiliae spermatozoidio e matre cellula egresso, haec ipsa mater evacuata quidem, sed eadem qua antea figura praedita, globosa et certa linea circumscripta relinquitur. Omnia quae inerant spermatozoidium effugiens in appendice sua saciformi inclusa secum vexit (conf. l. c.). In Pilularia cellula mater, quum filum spirale erupit, totum quod inerat retinet, ipsum vero spirale filum nulla appendice ornatum similem figuram habet quam Marsiliae filum spirale, postquam appendicem suam in macrospora velamine gelatinoso amisit (f. 6).

Quodsi primum statuimus, eas quae e microspora procreantur cellulas in utraque stirpe similes spermatozoidiorum matres esse, et deinde fila spiralia, quae quidem in archegonium intrans, similia esse organa, quaestio exstat, utrum Pilulariae filum spirale tali, qua Marsiliae filum instructum est, appendice ab origine careat, an eam amittat, priusquam e cellula materna erumpere possit.

Et nos quidem magna stirpium duarum similitudine adducti credimus in utriusque cellula spermatica materna filiam oriri cellulam, quae eodem in utraque modo e partibus duabus, filo scilicet spirali et appendice quadam sacciformi componatur, sed alio utraque tempore partem alteram, appendicem hanc, abiciat. Quod igitur in Marsilia accidit, quum spermatozoidium appendice impeditum per macrospora gelatinam, ut archegonium assequatur, penetrare nequeat, id multo prius in Pilularia fit, quum hujus spermatozoidium appendicem ne e matre quidam cellula secum protrahere possit.

Et quamquam tanta rerum subtilitate fieri non potuit, ut ubique intra cellulam maternam, postquam filum spirale erupit, ejus appendicem satis distinctam et membrana sua granula illa amylacea amplectentem conspiceremus, nonnullae tamen accuratissimae spermatozoidiorum observationes appendices eorum in matribus cellulis relictas esse satis comprobare videbantur. Et semel quidem in cellula matre, vertice ubi filum spirale erupit apertum, amyli granula membrana tenuissima sed satis distincte circumscripta conspicue inclusa animadvertere nobis contigit (f. 4).

Neque filum spirale solum, quamvis ad ipsam foecundationem peragendam sufficit, ullo modo totum haberi potest spermatozoidium, neque cellula illa, quam ejus matrem esse exposuimus, nil nisi ipsius partem existimare licet. Nec denique rudimentaria illa appendicula, qua aliis in filicibus filum spirale ornatum occurrit, ut multi putabant, cellulae maternae est rudimentum. Immo vero eadem ac in Marsiliaceis ratione in filicibus omnibus spermatozoidium e partibus duabus, filo spirali ciliis praedito ac appendice plus minus sacco cuidam vel vesiculae simili formatur, quae quidem appendix nunc ut in Marsiliae genere globo similis, nunc ut in Equiseto, Gymnogrammate, ceteris vesiculae variae instar, — tum integra, tum plus minus laesa conspicitur. Neque omnibus in ceteris partes duas quae corpusculum foecundans componunt ita ut in Marsilia distinctas apparere, sed saepe alteram filiformem in alteram sacciformem

sensim transire, Schacht¹⁾ optime demonstravit. Cellulae vero vim et naturam integro spermatozoidio esse attribuendam et Schachtii et nostris observationibus iterum iterumque comprobatum est.

De fili spiralis Pilulariae circumvagantis rotatione et motu Naegeli optime exposuit. De eruptionis modo paulla adjiciamus.

Cellulis matribus, ut jam diximus emissis, brevi interjecto tempore motus earum subito incipit, qui primum quidem in granulis circumvolutis animadvertitur, priusquam cellulas totas circum axem rotantes conspiciamus. Brevi cellula in ovi formam extenditur, tum strictura quaedam fere in media cellula apparet, qua pars superior ab inferiore ita discernitur, ut etiam amyli granula in dua agmina, superius alterum, alterum inferius, discedant, quorum utrumque c. 4—8 continere solet (f. 1). Nunc filum animadvertas in parte cellulae superiore adhuc inclusum in parietem incumbentem et in spiras duas v. tres convolutum. (f. 1 ud litteram sp.)

Iam vero insignis quaedam inter cellulae partem superiorem et inferiorem rotationis discrepantia in aspectum cadit, quum illa multo celerius quam haec circumvolvi videntur. Nec tamen ipsa cellula, immo vero quae insunt granula diversa ratione rotari accuratius contemplatione intellegitur. Quae quum in distinctu, ut supra exposui, agmina, quae suum utrumque habeant et numerum et constructionem, discreta sint (f. 1), suam quoque rotationis celeritatem evidentissime ostendunt. Et quamvis mirum sit, in eodem spatio tam parvo dua corpusculorum agmina fere contigua diverso motu circumvolvi posse, tamen haud difficile fuit ud perspicendum, granulorum agmen superius saepe duplo celerius rotari, quam inferius. Illud interdum in „secunda“ quam dicunt (horae particula) his, haec semel tantum circum axem rotabatur.

Et quantam motus celeritatem granula inferiora, tantam etiam cellulae membrana tota habere videbatur, dum superiora granula intra parietes sua ratione circumagebantur. Quae quidem, quin filii illius quo cinguntur (f. 1, sp.) spiris circumvehantur dubium esse non potest. Filium igitur priusquam e matre cellula erupiat rotari jam incipiat necesse est, quamvis, quomodo in angusto hoc spatio ciliis quibus instructum est uti possit, difficile sit ad intelligendum, nisi, quum ciliae versus parietem reflectere tantum conetur, id jam ad se ipsum circumagendum sufficiat. Si vero aucta filii rotantis celeritate ea primum granula, quae inter spiras congregata sunt, aequae moveri inceperunt, deinde et ea, quae in inferiore cellulae parte posita sunt, cum iis circumvehuntur, donec demum etiam cellula tota eorum motum sequatur. Hanc vero non ea qua filum spirale et granula superiora celeritate rotari posse elucet, quum rejectis contra membranam filii spiralis ciliis haec ipsa membrana in motu retardetur opus sit.

1) Schacht, Die Spermatozoiden im Pflanzenreich. Braunschweig 1864.

Rarius in cellulae parte anteriore nulla granula fili spiris amplectuntur, et aequè raro omnia granula eadem cum celeritate majore circumvehuntur.

Attamen brevi tempore fili spirulis pars anterior per cellulae membranam penetrat (f. 5) forisq. supra ejus verticem in aspectum cadit, quod quomodo fiat, cognoscere non potuimus. Una vel etiam altera fili spira prominent, dum posterior pars inhaerescit et diutius cellulam volvere et secum trahere pergit. Et prae ceteris granula superiora accelerato motu torquentur, donec tandem contigat, ut filum e matre cellula et iis quae ea continentur se eripiat. Quod si denique factum est, cellula materna statim consistit, et motu finito globosam denuo quam antea habuit formam recipit, granulis quoque — fili rotatione adhuc in dua agmina separatis — denno plerumque in cumulum fere simplicem collapsis (f. 3, 4).

Filum deliberatum eadem fere ut antea ratione rotari quidem pergit, sed saepissime majore cum celeritate e conspectu evolat; interdum vero tardius in eodem fere loca circumvolvitur, ita ut motus rationem contemplari liceat.

Pilulariae spermatozoidium, paucioribus tam spiris quam ciliis a Marsiliae filo simili diversum, haud tanta qua illud velocitate movetur. Si quidem Pilulariae filum spirale eo in situ ante oculos habeas, ut spirae fili cunctae quasi in uno orbiculo compositae appareant, — cujus scilicet planum cum vitreo objectum ferrente parallelum est, — rotationem optime cognoscas (f. 2). Tum conspicias circum orbiculo hujus circuitum ciliis illas quibus filum praeditum est, quum remorum in modum pulsu regulari et celeri deinceps rejiciantur, tanquam undas quasdam circumfluentes, dum filum spirale in directione opposita propellitur.

Præquam prorsus effugere possit, interdum vel horae praetereunt nonnullae. Tum celeriter ad ostium conceptionis cursum contendit (f. 6).

De proembryi ortu.

Pilulariae macrosporaè omnino ejusdem ac Marsiliae structura est. Quaedam minoris momenti discrimina haecce sunt: Dum Marsiliae macrosporaè figura ovata est integra, illius spora feminea crena quadam levi, qua puillo supra medium cingitur, in partem superiorem breviorē et nonnihil angustiorē et inferiorem omnino majorem dividitur. In parte superiore vertex umbonis in modum prominet. Velamen illud gelatinosum, quo macrospora induta est, in parte superiore maxime incrassatum est, et duabus componitur stratis, altero interiore quod conspicue in radiorum directione striatum est et altero exteriori non strinto sed plane continuo maximeque pellucido et celeriter in aqua diluto. Nec tamen ita ut in Marsilia velamen hoc supra sporne verticem elatum est, immo verticis umbonem illum parum tantum superat, qui quidem in

crateris cujusdam amplioris neque ita alti fundo positum est. Quo facilius spermatozoidia foecundandis archegoniis admittuntur.

Exosporium, quo tegitur spora, quamvis in parte superiore omnino incrassatum, in umbone contra strato tenuiore formatum est. Umbro ipse minor magisque acuminatus est quam in Marsilia.

Aqua ad macrosporam admissa, nunc unico die, nunc biduo, nunc triduo interjecto proembryon procreatur. Quod quidem e macrosporae umbone oriri Naegeli Mettenius Hofmeister¹⁾ jam demonstraverunt.

Eam vero, quam Hofmeister refert, cellularum generationis rationem nos quidem etiam in Pilularia observare non potuimus. Id quod hac de re jam de Marsiliae proembryo exposuimus, et in Pilularia fieri persuasi sumus. Illam scilicet plasmatis massam, qua spora umbro impletur, in cellulum proembryi matrem verti, tum centralem ejus portionem, ut cellula embryi mater fiat, discerni, deinde plasma quod in circuitu restet dividi, ceterasque ex eo proembryi cellulas formari, omnibus quas hac de re fecimus observationibus comprobatur, neque unquam cellulam matrem ab origine iteratim in duas cellulas filias dividi animadvertimus.

Quae dum cellularum formatio perficitur, umbro ille qui antea satis tenuis et acuminatus erat, augetur et intumescit, donec formam capiat subglobosam, qua re ea qua tegitur exosporii pars ab apice in lacinias nonnullas laceratur; nec tamen totum ut in Marsilia proembryon emergit, sed capite tantum prominat.

In quo capite cellulae quattuor positae sunt, quibus ipse vertex componitur. Quae quidem, trajecto in quaque pariete transverso et axem versus nonnihil inclinato, in binas cellulas dividuntur, ita ut cellulis octo, quarum quattuor alterae terminales alterae quattuor basales sunt, apex quidam rostelli instar formetur, qui inter exosporii lacinias emittatur (f. 7, pag. 13). Quibus octo cellulis archegonii collum componitur, quod centrali illi cellulae, embryi ipsius matri, recte superpositum est. Colli cellulae omnes et imprimis quattuor superiores ab ceteris proembryi cellulis in eo differunt, quod minorem tantum plasmatis copiam nec quidquam chlorophylli continent. Pauca tantum granula in succo eorum limbo distributa animadvertuntur (f. 7). Multo vero longiores magisque porrecti apparent, quam in Marsiliae archegonii collo, quod obtusam formam habet, et parum tantum elatum est. Itaque haud raro cellulae illae superiores pariete altero transverso denuo in duas dividuntur (f. 7, cf. loc. c. Mars.). Ubique satis elongatae sunt, ut, quum archegonium spermatozoidium conceperit, extremitatibus reflexis pateant.

1) Mettenius, Naegeli, Hofmeister ll. cc.

Quum macrosporae Marsiliae pubertatem ingressae sunt, massa quaedam mucosa, quae in cellulae centralis vertice e plasmate cetero secreta est, per collum hucusque cellulis sibi incumbentibus plane clausum ejaculatur, ita ut canalis aperiat, quo spermatozoidium ad embryon foecundandum admittatur. In Pilularia, quum foecundatio omnium sporarum non, ut in illa stirpe, eodem fere tempore efficiatur, ideoque difficilior sit ad observandum, nondum evenit, ut illius materiae eruptionem ac spermatozoidii introitum et conceptionem conspiciamus. Non tamen dubitamus, quin hic quoque res ita se habeant, quum saepe, si aperta apparerent archegoniorum ora, massas mucosas ante ea jacentes animadverterimus.

Archegonii canali toto cum ejus ostio aperto, cellulae colli superiores vel labiales, ut nominari possunt, magis magisque ita recurvantur, ut demum cornuum in modum reflexae appareant (f. 7). Perfecta foecundatione canalis colli fuscatur, id quod etiam cellulis colli inferioribus accidit. Qua re etiam in embryo jam crescente atque proembryo valde antea archegonii ostiolum diu cognoscere licet. Colli cellulae labiales tandem abijciuntur, dum inferiores remanent.

In Marsiliae observationibus saepissime corpuscula quaedam viva animadvertimus, quae monadum more ante archegoniorum imprinis non foecundatorum ostium congregantur sensimque magnam ad copiam aucta turbulenter longum per tempus hic versantur, donec denique ipso in ore accumulata persistent. Similia corpora etiam in Pilularia ubique occurrebant, saepeque brevi tempore post ostiolum apertum jam obvia erant, prius pauciora tum aequae congregata et accumulata, quae ejusdem plane naturae formaeque sunt atque ea, quae in Marsilia inveniuntur. Nec solum post foecundationem, sed hic quoque ante spermatozoidiorum adventum corpuscula haec apparere incipiunt. Quum primum adveniunt, non solum in ostium sed etiam in ipsum colli canalem profunde penetrant illamque explent. Et in cellularum labialium facie interiore saepissime corpuscula minutissima paululum elongata conspeximus adhaerentia, quibus cellulae ipsae tanquam subtilissime ciliolatae apparebant (f. 7). Quae quidem, utrum eadem ac vagantia illa corpuscula sint, an alia quaedam, quae ad membranae ipsius superficiem pertineant, nobis nondum satis perspicuum est. Verum non omnibus in archegoniis observata sunt.

Unde sequitur, ut etiam hac in stirpe vis quaedam attrahendi in archegonii ore sit posita, quae et longiorem per distantiam sentiatur, id quod jam de Marsilia exposuimus.

Quamvis saepe creberrima spermatozoidia ad archegoniorum ostium adnatantia observaremus, nondum tamen, ut jam diximus, contigit, ut ea ipsum in os penetrare conspiceremus. Multa vero post foecundationem perfectam in archegonii ore haerentia et plurima denique ubique in velamine gelatinoso et praesertim in cratere illo, qui archegonii aditus est, aut viva versantia aut juvenia mortua facile conspicias.

De embryi origine et incremento.

Plasma quod in cellula proembryi centrali inerat totum, secreta fortasse substantia illa mucosa, quae ad aperiendum archegonii collum atque ostiolum ejaculatur, in corpusculum quod dicimus embryale (Keimkörper) vertitur. Quod ut vigere incipiat et primum quidem ut cellula embryi procreandi mater formetur, spermatozoidium, quod per archegonii collum penetravit, in ipsam plasmatis substantiam immergi comprobatum videtur. Brevi tempore post foecundationem in cellula hac materna novae atque novae filiarum cellularum generationes ori incipiunt.

Quam in Pilulariae embryis observavimus evolutionis legem Pilulariam quoque sequi, nobis probatum est, id quod tanta stirpium affinitate facile jam erat ad conjiciendum. Ante oculos ponimus icones 8, 9, 10, Pilulariae embrya, qualia duos aut tres dies post foecundationem occurrant, praebentes, ex quibus eam evolutionis rationem, quam e Marsilia loco citato delineavimus, recognoscere licet.

Et tanta utriusque stirpis embryorum similitudo est, ut complures per dies vix diceret, utrum Marsiliae an Pilulariae prolem ante oculos haberes (f. 8, 9, 10). Itaque paucae hae icones adjectae cum similibus illis de Marsiliae embryo propositis comparatae totum incrementi modum demonstrare sufficient. Si forte minoris momenti discrimen quoddam quaeras, id occurrit, quod in Pilulariae embryo pars radicalis angulo acutiore supra embryi tergum prominet, quam in Marsiliae, et aequae cellulae gemmae caulinae primo jam tempore magis protumidae apparent (8, 10).

Ceterum totam cellularum a primordio propagationem septis hinc illinc alternatim inclinatis perfici, ex iconibus, quibus embryon a latere inspectum proponitur (f. 8 et 10), facile est ad intellegendum.

Postquam septo primo (f. 8, α) pars radicalis a caulina separata est, quumque septo secundo (β) horizontali, ut diximus, folium primum v. cotyledon a parte caulina distinctum sit, et haec ipsa caulina pars septo tertio (γ), obliquo scilicet versus septum illud horizontale inclinato, in partem pedalem (ad $f.$), quam dicimus, et cellulam gemmae ipsius matrem (v) divisa sit, nunc cellulam hanc septo fere verticali in duas filias findi, (f. 11) alteram folii secundi cellulam primordiale (b^2), alteram novam qua axis propagatur cellulam (v) et ab hinc e cellula hac axili tres cellularum series alternantes ori in icone perspicitur.

Quam cellularum consecutionem quum de Marsilia accurate exposuerimus, longum esset, hic quoque denuo enarrare. Figura nostra 12 punctum vegetationis plantulae ad litteram v , folium secundum ad b^2 , tertium ad b^3 , radicis secundae originem ad w ad spectui praebet, quae partes eadem ac in Marsilia ratione oriuntur. Radicem quoque crescentem ternarum cellularum ordinibus e cellula quadam verticali procreatis extrui,

aliisque cellularum stratis ab ipso ejus vertice abscisis calyptram formari qua obtegatur, e figuris 8—10 (litt. *w*) intellegi licet. Tandem etiam folia et primordiale illud et sequentia omnia aequae ac pes Marsiliae in modum evolvuntur.

Pilulariae proembryon primo tempore una cum plantula novella augetur, tum vere utraque ejus extremitas perforatur et hic folio illic radice excedentibus longe superatur. Iam plantulae folium alterum et tertium evolvuntur. Quibus cum adolescent



Fig. 1. Cellula spermatozoidii mater, quae rotari incepit, adhuc clausa. Spermatozoidii spirae (*sp.*) in parte superiore granulorum anyli agmen superius amplectunt, quod in „secunda“ bis, dum inferius agmen in eodem tempore semel circumvolvitur.

Fig. 2. Filum spirale e cellula matre deliberatum, omnia appendice sacciformi, dum rotatur, superne inspectum. Sagittae signum exterius directionem in qua ciliae flectuntur significat, interius directionem in qua filum torquetur ostendit.

Fig. 3. Cellula spermatozoidii mater, postquam filum spirale effugit et appendicem granulis expletam reliquit.

Fig. 4. Similis cellula, vertice conspicue aperta, in qua appendicis membrana granula amplectens in adspicuum venit.

Fig. 5. Spermatozoidium e cellula matris effugiens Jodo admissio emortuum.

Fig. 6. Filum spirale, cellula matre et appendice relictis.

Fig. 7. Archegonii collum et ostium, in quibus corpuscula in cellulis labialibus haerentia occurrunt.

Fig. 8, 9, 10 Embrya paucos dies nata, 9 insuper, 8 et 10 a latere inspecta; 11 paulo magis evolutum.

Litteris α , β , γ septum primum secundum tertium indicantur, quibus cellula caulina terminalis, *e*, discernitur; *w* radicem primam, *b* folium primum, *f* pedem embrii significant. Ceterum confer similes figuras l. c. de Marsilia propositas.

Fig. 11. Embryi similis gemma caulina, a facie oblique visa; *e* cellula terminalis, δ^2 , δ^3 folium secundum.

Fig. 12. Embryi magis evoluti gemma a latere oblique inspecta; *e* cellula terminalis, δ^2 , δ^3 folium secundum et tertium; *w* radix secunda.

Fig. 13. Gemma plantae adultae; *e* cellula terminalis, *f* foliolum ultimum.

Fig. 14. Cellula e Pilulariae receptaculi strato lignoso maceratione disrupta.

Fig. 15. Cellulae similes e Marsilia maceratione separatae.

magnum jam inter stirpes cognatas discrimen in foliorum natura positum exhibetur, quod Pilulariae folia cuncta laminis quaternis, quibus praedita sunt Marsiliae adultioris folia, plane carent. Folia igitur stirpis illius posteriora figura a primo illo non differunt, nisi in eo, quod adolescentis adultaeque Pilulariae folia, quum oriuntur, icibus involuta apparent, id quod in foliis prioribus nunquam animadvertitur.

In Pilularia gemma caulina non ita ut in Marsilia pilis creberrimis oblecta atque occulta est, qua re ejus incrementum facilius inspicitur. Eandem etiam in hac iuvenimus evolutionis legem quam utraque planta sequitur: cellulam scilicet terminalem cellularum series tres prodigere, septis versus directiones tres inclinatis, id quod figura 13 (pag. 13) demonstratur. Quarum series duo ad surculi cujusvis dorsum positae folia progignunt, tertia vero radices tantum. Folium hujus gemmae ultimum in figura citata ad litteram *b* conspicias infra ipsum verticem (*v*) emergens.

Quum vero non mihi proposuerim, hoc loco longius hac de re disserere, quam ut majora quaedam Pilulariae evolutionis momenta et ea, quibus a Marsilia differat, et ea, quibus ei similis sit, paucis referam, quaecunque praeterea hac in re observavi, postea alio loco accuratius tractabo. Adjiciam denique tantum:

Quaedam de receptaculi structura observata.

Quomodo receptacula Pilulariae et Marsiliae variis cellularum generibus composita sint, Bischoffii jam et Mettenii disquisitionibus omnino notum est. Quibus loco citato adjecimus, quae nos hac de re in Marsilia animadvertimus¹⁾. Nunc etiam Pilulariae receptaculi structurae disquirendae denuo operam dedimus, et omnino eandem esse ac in Marsilia intelleximus. Quattuor scilicet cellularum strata distinguenda sunt, quorum primum epidermis, alterum stratum lignosum et cellularum prismaticarum ordinibus duobus compositum, tertium stratum parenchymaticum meatibus intercellularibus sat amplis instructum, quartum simile stratum, quod e praecedenti sensim et continuo potius prodit quam ab eo certis finibus distinguitur, cellulisque tenerioribus materia quadam sicca et quasi cornea expletis componitur, quae aqua adjuvssn gelatinae in modum intumescit.

Nunc de prismaticis illis cellulis lignosis strati secundi paucis disputabimus. Stratum enim hoc secundum Mettenius²⁾ descripsit e duobus quidem cellularum ordinibus formatum, quorum uterque e simplici tantum serie cellularum componitur. Nobis vero in Marsilia ordo earum superior iterum duo cellularum strata amplecti videbatur.

Sunt enim, ut rem paucis repetam, cunctae totius hujus lignosi strati cellulae in

1) Monatsber. etc. I. c. p. 109. f. 23.

2) Mettenius, Beitr. z. K. d. Rhiz. p. 26 et 29.

radii receptaculi directionem admodum elongatae, parietibus valde incrassatis spatioque ideo interiore angustissimo praeditae, arcte congestae, raris scilicet spatiis intercellularibus interjectis, satisque tandem substantia lignosa induratae. Ordo vero earum exterior cellulis multo brevioribus ac tenuioribus componitur, interior latioribus longioribusque; hic colore fuscus et satis obscurus, ille potius luteus et magis pellucidus conspicitur.

Cujus ordinis interioris cellulae nunc singulae occurrunt ita, ut tota strati interioris crassitudo unius cellulae longitudine efficiatur, nunc per paria ita compositae, ut hae duae illas singulas longitudine aequent. Et hae quidem duae, ubi in medio strato extremitatibus suis conveniunt, septo transverso plerumque nonnihil inclinato dissepuntur. Quod quidem septum duabus cellularum parietibus constitutum aequae facile est ad cognoscendum ac parietes cellularum longitudinales.

Cujusvis cellulae cavum internum, quod per totam fere ejus longitudinem, ut diximus, angustissimum occurrit, in utraque tamen extremitate insigniter dilatatum est, quum parietes laterales maxima ex parte incrassati in finibus cellulae tamen remanserint tenerae, et aequae tenues parietes extremitatum transversae. Itaque tanquam cellulas duas minutas totius cellulae prismaticae longitudine separatas, sed canali quodam angusto ejus axem percurrente conjunctas animadvertere crederes. Et spatia haec latiora in extremitatibus posita et canalem eas conjungentem plasmatis particulis residuis plus minus expleta conspicias.

Ordinis vero exterioris cellulae quamquam omnino eandem habent structuram, eo tamen differunt, quod si a latere inspicias, totus eorum ordo linea quadam continua intermedia iterum distincte in duas cellularum series divisus esse videtur. Qui vero hujus lineae causam quaerens cellulas hujus ordinis parietibus transversis satis solidis in medio dissepitas crederet, septum tale, quale ex interioris ordinis cellulis descripsimus, e cellulosa quam dicunt substantia formatum, hoc in loco minime conspiceret.

Immo si accuratius contemplerur, totus hic cellularum superiorum ordo aequalibus inter se cellulis simplicibus consertus videtur, quarum quaeque, eodem ut supra explicavi modo in utraque extremitate spatium internum dilatatum parietibus tenerrimis circumdatum habet, quae quidem spatia distantia, canali angustissimo cellulae axem percurrente juncta sunt (F. 15). Quo in canali variis locis spatiola quoque minutissima canalibus latitudine paullo ampliora, cavis illis in extremitatibus positae multo minora animadvertere licet. Tam canalibus axillis quam cavis in extremitatibus posita, et loculi hi parum ampliati intermedii plasmatis granulis expleta occurrunt, tum singulas tum nonnullas ejus particulas continentia. In media vero cellula quacunque transversa quaedam linea vel potius lamina obvia est, quae e substantia quadam pellucida formatur, qua luminis radii majore quam partibus adjacentibus vi franguntur. Quae lamina, quum eam

in segmentis receptaculi tenuissimis contemplerur, utrum corpus solidum, an interstitium tantum liquore quodam expletum sit, difficillime est ad cognoscendum. Pariet cellulae transversus e cellulosa quam dicunt substantia factus non esse videtur, quum cellulae parietes longitudinales, ubi cum transverso hoc septo conveniant, tractu distincto praetereant neque in illud continue transeant. Et quamvis hoc septum tanquam membrana non solum totum cellularum spatium internum, sed etiam eam substantiam quae cellulae paries primaria incrassata est plene dividat et intersecet, tamen ipsum e laminis duobus, cellularum scilicet parietibus transversis, compositum esse non liquet.

Quod quum in segmentis quumvis tenuissimis intellegi non posset, in cellulis acido nitrico et kali chlorico maceratis et separatis accuratius observavi. Qua quidem disquirendi ratione evidentius cognosci licuit, dubium illud quae septi udspectum praebeant substantiam tanquam discum quandam s. orbiculum mediu in cellula positam esse, ita ut omnia quae cellula contineantur in dimidiis duas portiones dividantur, parietes vero laterales transirent integri (f. 15). Spatium vero cellulae internum angustissimum in utroque septi illius latere in amplius spatium dilatatum est, quae quidem spatiosa canaliculo tenuissimo, quo ipsum septum illud in medio perforetur, conjuncta apparent.

Et hic quidem inter Marsiliae et Pilulariae receptacula, quum modo citato macerarentur, majoris momenti discrimen animadversum est. Quodsi prioris stirpis illas exterioris strati lignosi cellulas maceratione separaveris, ut hae plerumque integrae aut singulae aut nonnullae conspirantes e strato ad quod pertinuerint sejunguntur contingit (f. 15). Neque ulla cellula ita fracta aut dirupta invenitur, ut septum illud medium findatur. In Pilularia vero iterum utque iterum accidit, ut adhibitis mteris macerantibus, priusquam cellulae singulae disjungerentur, epidermis potius tota una cum ordinis cellularum lignearum exterioris parte dimidii extrema, plane cohaerente, a dimidia parte altera abscinderetur, quo facto cunctae ejusdem ordinis cellulae in ipsissimo eo loco, quo septum nostrum positum fuerat, diffringebantur, ita ut ipsum septum, quod antea plene simplex occurrebat, in duas jam partes dimidias diffusum esse videretur. Itaque dubium restat, utrum corpus hoc quod septi speciem prae se ferens cellulas haece in dimidias partes dividat ubi origine duarum cellularum paries transversa, an structurae discrimen quoddam vel corpusculum postea intra cellulae parietes ortum existimandum sit. Quamvis enim cauedendum sit, saepissime acido nitrico kalique chlorico adhibitis cellulas simplices in particulas nonnullas frangi, tamen eo, quod cellulae, de quibus agimus, cunctae in eodem illo loco diffunduntur, facile persuaderi possumus, cellulam quam habuerimus simplicem hoc quidem loco ab origine esse e duabus cellulis primariis connotam. Nec tamen credimus, difficillimam hanc rem nisi cellularum generationibus ac mutationibus a primo receptaculi ortu denuo accuratissime observatis, clare perspicere posse.





